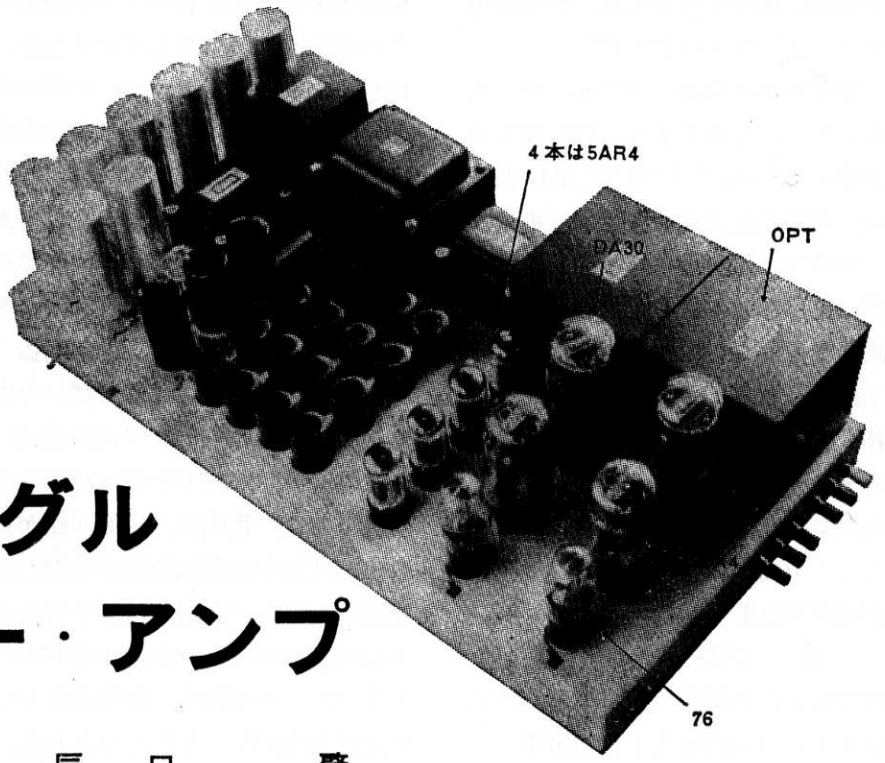
読者のアンプ製作記録大公開

各段の非直線ひずみを重視



DA30シングル無帰還パワー・アンプ

辰口肇

トランジスタ時代の今日になっても，管球アンプの製作に情熱を燃やす人は少なくないようです．最近では，音質の面から管球アンプを追求することが盛んに行なわれているようですが，アンプの音質を制御する技術が，まだ確立されたとはいえない現在では，聴感特性のすぐれたアンプを製作することは，なかなかむつかしいことであるし，経験や主観に頼らなければならないことも少なくないように思います．

そのために，多くの人がいろいろの体験や意見を述べオーディオ誌上をにぎわしているのでしょうが，そうしたもののうち，自分の経験と照らして納得できそうなものをできるだけとりいれて，パワー・アンプを設計・製作してみようと思い製作したのが，このアンプです．

回路構成

信号の伝送系は，増幅段数が少ないほど，しかも単純なほど，音が新鮮で生き生きしているとよく言われます．私も経験的にこれは音のよいアンプをつくるために心がけなければならない基本原則であると思っています．

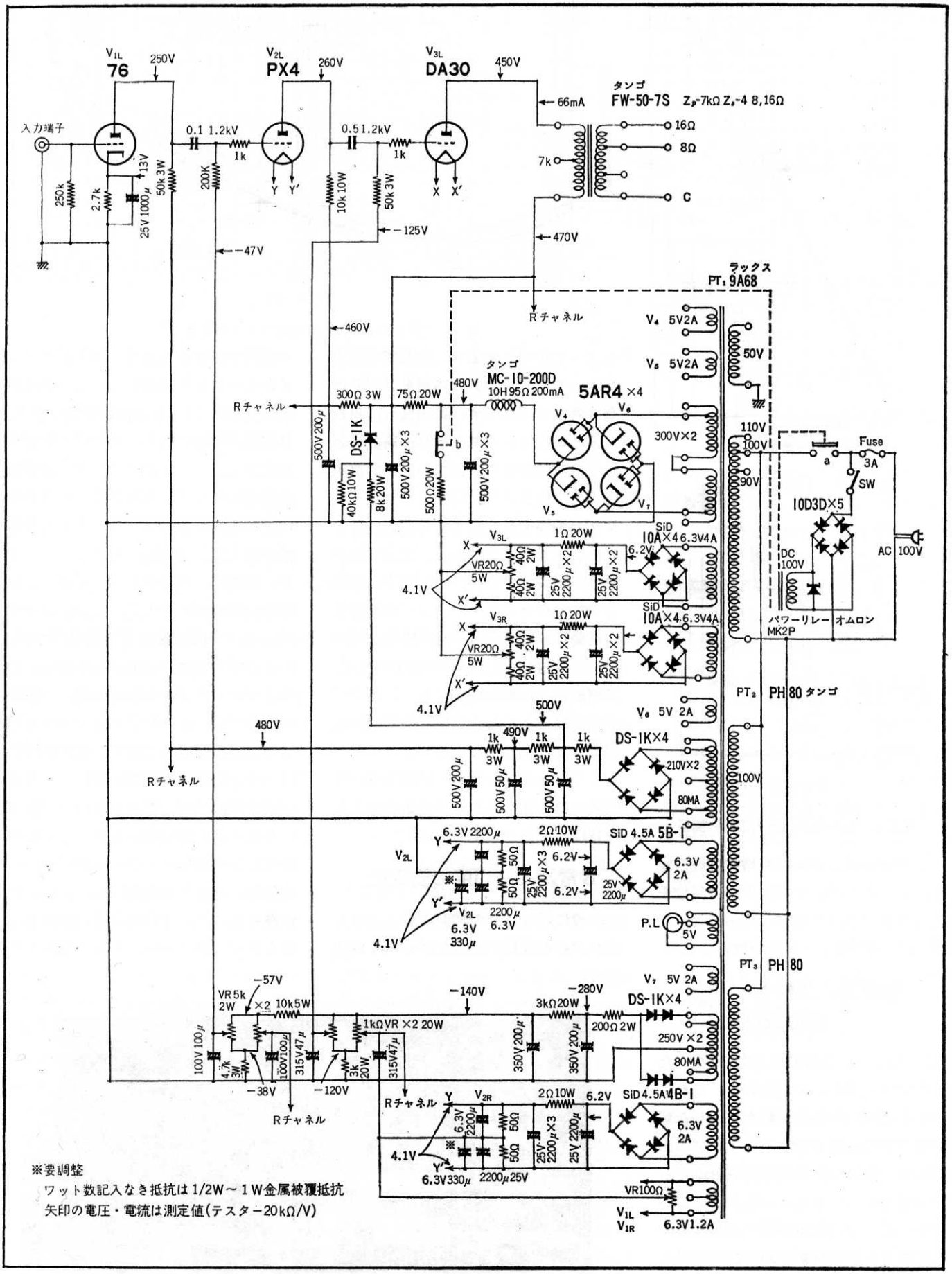
無帰還シングル・アンプ

最近は，直線性のよい3極出力管を用いた，無帰還シングル・アンプが特有の美しい音色をもっているというので，これを追求する人が少なくないようです．無帰還シングル・アンプは増幅段数が少なくでき，回路構成も単純になるので，これで電気特性のすぐれたものであれば，スッキリしたすぐれた音質のアンプが得られるように思います．

そこで，回路構成はシングル・アンプとし，出力管にはDA30を使用することにしました．DA30を選んだのは，直線性がよいことと，内部抵抗が比較的に低く，適当なダンピング・ファクタが得られることや，出力が適当な大きさであると思ったからです．

アンプの音を左右するもの

高調波ひずみが少なく，周波数特性が良好で，ノイズが少ないことが，音質のよいアンプの基本条件であり，音質を云々するからには，少なくともこの基本条件が満足している必要があることは申すまでもありません．



〔第1図〕　DA30シングル無帰還パワーアンプの全回路図

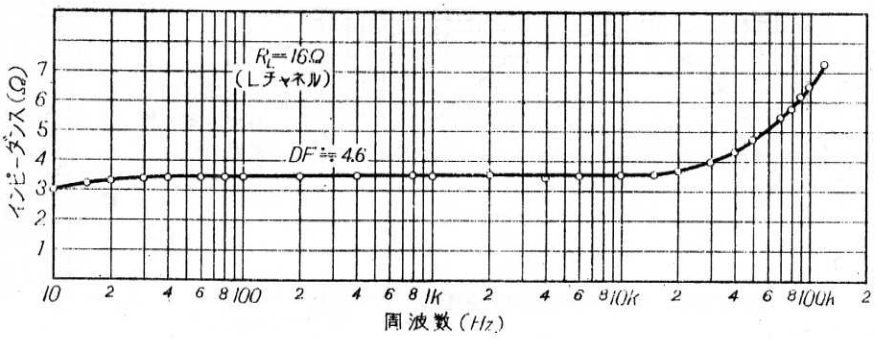
スピーカの逆起電力と出力管の動作

スピーカの逆起電力は，一般にはモーショナル・インピーダンスのかたちで取扱われており，その限りでは，これが3極出力管の動作の上で，不利な点は考えられません．なぜなら，3極出力管では負荷インピーダンスが大きいほどひずみは小さくなり，またスピーカへの皮相出力は，モーショナル・インピーダンスの増加によって，減少することはないからです．しかしながら，スピーカはＬＣＲの回路網とちがって，印加電圧に対応した起電力だけを考えるわけにはいかず，残響や，振動系の慣性などによって入力に対応しない起電力が発生することを考慮しなければなりません．この起電力が球の動作の上でどのような働きをするかと考えてみますと，Ｂ電圧に重畳して，球の供給電圧E_{bb}の一部として働くと考えることができます．したがって，Ｂ電圧が安定な一定電圧であっても，実際の球への供給電圧は変動することになり，球の増幅度が変動する原因になります．このことから，出力管はなるべく供給電圧の変動の影響を受けにくい球を選ぶ必要があるわけです．またスピーカに電磁制動をかけることは，スピーカ自体にとっては好ましいことでしょうが，出力管にとってははなはだ迷惑なものであることを知っておく必要があると思います．

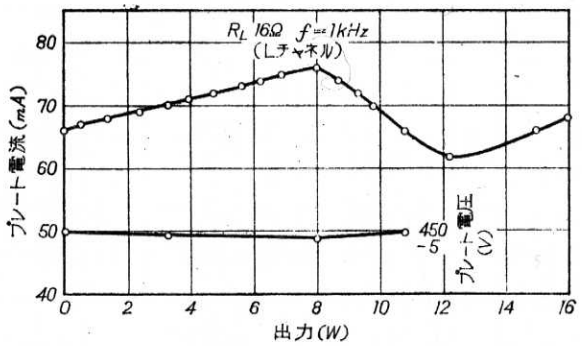
以上のことから，直線性のすぐれた球を使って，裸特性のすぐれたアンプを製作することは，それだけの価値があるものと私は考えています．ひずみ相殺効果を利用すれば，直線性のわるい球でも総合ひずみ率は小さくすることは可能です．しかし，こうしたアンプは増幅度の安定性という点では満足させることはできず，エンベロープのひずみの多いものとなる可能性があります．

回　路　図

第1図が本機の全回路図です．チョーク・インプット方式では，ハムが多いのでＲＣフィルタを設けました．これをＬＣフィルタにしては，これのQが問題になります．チョーク・インプット方式とはいえ，コンデンサが600 μFでは，突入電流が大きすぎ，5ＡＲ4の負担を軽くするため，コンデンサのチャージは76用Ｂ電源から限流抵抗（8kΩ）と逆流阻止用のダイオード（ＤＣ—1K）を経て供給しています．5ＡＲ4のウォーム・アップ中にチャージがほぼ完了するような時定数にしました．5ＡＲ4がスタートすれば，76用Ｂ電源とは電気的に絶縁され，相互干渉をおこすことはありません．また，本機は固定バイアスを採用したため，固定バイアス電源の時定数をＢ電源のそれより大きくしておかないと，停止時に，固定バイアス電圧の方が先に低下し，球を損傷するおそれがあります．しかし，これは大変ですから，本機ではＡＣ電源喪失と同時に，Ｂ電源の残留電荷を急速に放電させるようにしました．



↑ 〈第8図〉
出力インピーダンスの周波数特性



〈第9図〉 →
出力管部の動作特性

使用部品・組立

信号の通過する部分の抵抗は，定格に対して十分余裕をとらないと，音がわるくなるという人があり，この点を配慮して，十分すぎる容量の抵抗を使用しましたが，その効果のほどはわかりません．抵抗器の温度係数は一般に小さく，ひずみが問題になるほどのことはないと思われるのですが，負荷抵抗等は温度係数のわるい巻線抵抗はさける方がよいでしょう．Ｂ電源の抵抗も，直流分の変動に対する影響を考慮して，念のため巻線抵抗はさけ，酸化金属被覆抵抗を使用しました．

カップリング・コンデンサは絶縁の良好な経年劣化の少ない良品を選ばないと，絶縁劣化で球を損傷したり，動作点がずれて，アンプ特性を著しく劣化させることがありますから注意を要します．

使用部品はすべて市販品ですが，シャシだけは，強度の都合で，3ミリのアルミ・シャシを特注して使用しました．1人で持運ぶのがやっとくらいの重さのアンプですが，シャシはこれだけの厚さがあれば大丈夫です．

アンプの調整

本機ができあがって，まずハム雑音を調べてみたところ，ＰＸ4とＤＡ30のハム・バランサをいくら調整しても，1ｍＶ位でこれ以上さがりません．こんなことはないはずと，各部のリプル

第8図に示す本機の出力インピーダンスの周波数特性から，出力段のカット・オフ周波数を求め(6Hz)，これと段間の f_c を計算で求めて，(6.3Hzおよび7Hz) 計算した特性曲線と実測値はよく一致しています．**第8図**に示すように，本機の出力インピーダンスは，所用帯域内でほぼ一定しており，16Ω端子にて約3.5Ω ダンピング・ファクタは4.6です．多くのスピーカはダンピング・ファクタが5前後でもっとも良い音をだすようですから望ましい値といえると思います．つぎに出力管部の動作特性は，**第9図**のとおりで，プレート電流は，クリッピング・レベルまでは出力の増加とともに増加し，クリッピング・レベルを超えると，グリッド電流が流れるため，バイアスが深くなり，プレート電流はさがって来ています．さらにカット・オフ・レベルを超えると再び増加して来ます．固定バイアス電圧をもうすこし深くして，クリップカット・オフが同時におこるように動作点を選べば，最大出力はもっと大きくとれるはずですが，ひずみ率が増加するので好ましくありません．

最後に，本機の周波数対最大出力の関係は**第10図**に示すとおりで，シングル・アンプとしては，かなり良好な特性です．一般にシングル用出力トランスは自己インダクタンスが十分でなく，低域の出力およびひずみ率がわるくなりがちです．本機の周波数対最大出力特性が30Hzから20Hzの間で中域の最大出力の80%以上を確保しているのは出力トランスの特性が優秀なこともありますが，負荷抵抗を大き目にして，出力管の遊び電流を大きくとっていることが効いているわけです．遊び電流を大きくとることは，大変無駄なことのように思われるかも知れませんが，アンプの現実の動作を検討した場合，メリットは少なくありません．A級動作はぜいたくな使い方ですが，遊び電流を大きくとることは，さらにぜいたくな使い方で，それだけ音がよくなることも期待できることになると思います．

ヒアリングの結果

多少の無駄は覚悟の上で，音質最重点で設計・製作した本機がどんな音をだすかと期待していたのですが，ヒアリングの印象は，まず聴感上のひずみ感が大変少ない感じで，キメこまかく，ふかぶかとしたやわらかい音質です．音がのびのびしており，スケールが大きく，ゆったりした落ちついた音です．音のリンカクに不自然なところがなく，奥行き陰影といった感じもよくでるようです．どんな音にも取り乱すようなところがなく，騒々しさを感じさせません．全体にどこといって欠点も感じられず，洗練された優雅な音ですが，それだけに野性的で鮮烈な音を期待する人にはものたりないかも知れません．手もとにある2A3 シングル・アンプとの比較では，このアンプのもつ端正な音色はまた別のよさがあり，アンプもスピーカ同様万能はないという感じもします．アンプもあまり余裕しゃくしゃくとしているよりは，多少取り乱すときがある方が，一所懸命にやっているという感じがするのでしょうか．

(以上)

(鎌倉市梶原)

選　　評

○辰口　肇氏

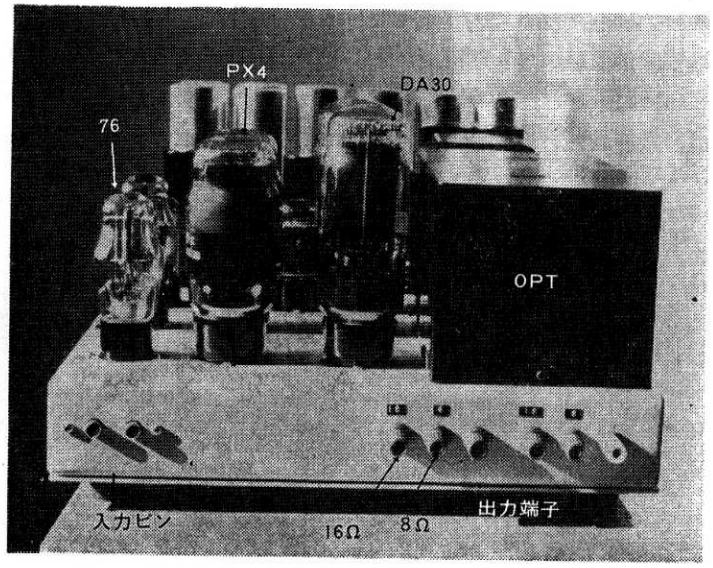
DA30シングル・ステレオアンプについて

辰口肇氏というとすぐ思い出すのは，本誌の1972・5月号(p.120) に発表された2A3 シングル・ステレオ・アンプの設計です．最大出力わずか2.5Wの小出力アンプに，6個ものトランス類と9個の大容量電解コンデンサを惜しげもなく使用して，とにかく今まで例のない低ひずみ，低雑音を実現された腕前が印象に残っていました．筆者など，設計技術者としてはもともとプロの出身なので，機器の性能については経済性との兼ね合いで，たいがいのところで妥協するのが普通でした．

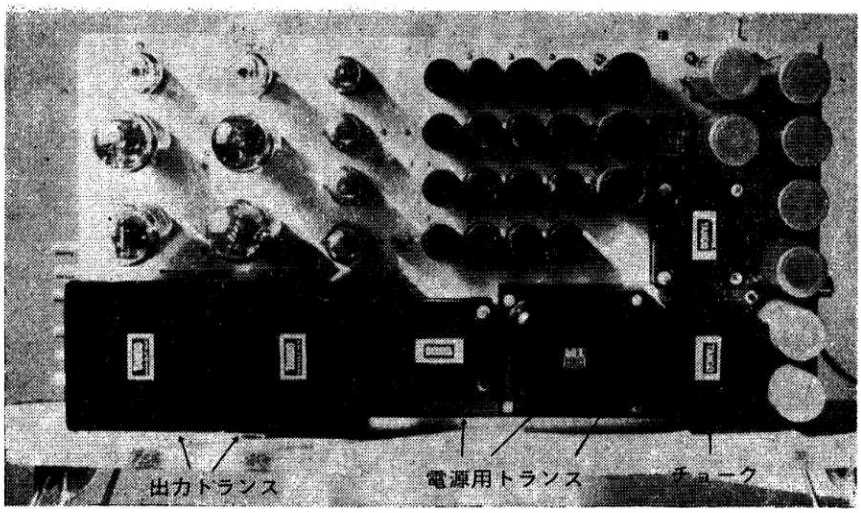
辰口氏のばあいは，どこまでもアマチュアとしての立場から，コストの増加も重量の増加も意に介せず，ひたすら性能の向上に立ち向われる態度は，まったく敬服するほかありません．今回の設計もその辰口イズムの典型的作品として，機器のスタイルといい設計の完成度といい，とりわけその電気的特性の点で応募作品の中からまず第一に推したいと思います．

考えてみると，このDA30シングル・アンプの完成にはずいぶん費用がかかっただろうと推察されますが，その投資が決して無駄になっていないことです．

まず，**第4図**の出力対雑音ひずみ率



〈写真D〉
入出力端子がつく側面側．



〈写真E〉本機の上面写真

特性を眺めればわかるとおり，最低ひずみ率を生じる出力がほぼ0.01W内外になっています．普通われわれの設計ではこの出力が0.1～1.0Wぐらいのところに来ることから考えて，このアンプがいかに低雑音かがうかがえます．40dBもの負帰還をかけてやっと1～0.5mVぐらいの雑音電圧に抑えられている当今の高帰還アンプに対し，これがトライバ管も出力管も直熱形の無帰還アンプのデータだと言うと，むしろ痛快な気がします．

さらにここで注目したいことは，出力対ひずみ率の立ち上りがほぼ出力の½乗に比例していることで，典型的な第2調波形のひずみ率特性だという点です．これは説明文にも指摘されているとおり3段増幅器で初段の負担が重いため，ひずみの消去が初段管と次段のドラバ管の間で生じ，出力段のひずみはとり残されたためです．むろん総合的なひずみ消去という点では不十分ですが，実際の使用面ではこの音色が美しくなります．したがって，アンプに美しい音色を求めるばあいは意図的にひずみを残すこともあって，この辺の按配が実に巧妙に設定されています．

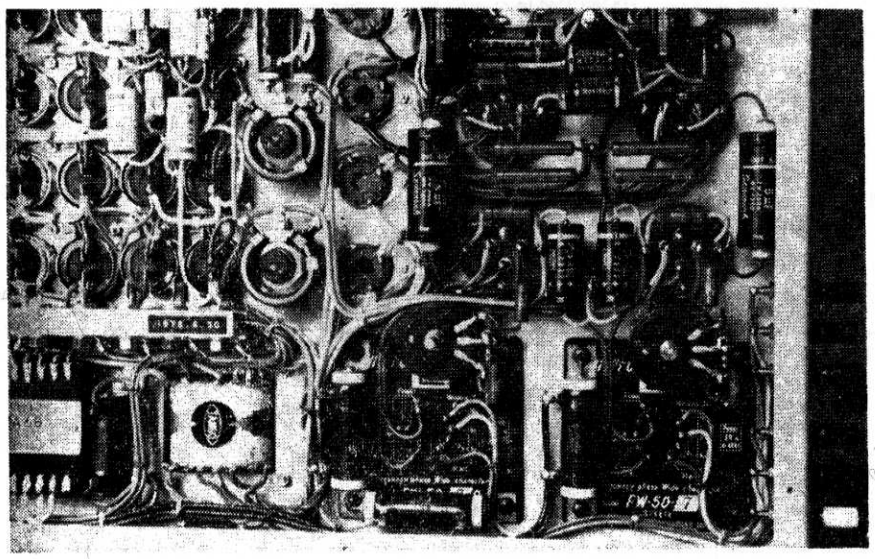
辰口氏は本文中で，聴感特性のすぐれたアンプを製作することの困難さを訴えていられますが，これはまことに控え目な意見で，今回の設計は真空管アンプの音質設計という点ではもはや極限に近いものと考えます．世の多くのアンプ設計技術者が，極端に多量の負帰還をかけて超低ひずみの追及に腐心し，あるいは方角ちがいの特性ばかりに議論を集中している中で，このような特性のアンプが発表されたことは，同じ道を歩む者としてうれしくてなりません．

なお面白いのは第5図のスピーカ実装時のひずみ率の周波数特性です．スピーカのインピーダンス特性が示されなかったのが残念ですが，どうもこのカーブはスピーカのインピーダンス特性をひっくり返したような形で，無帰還アンプに特有の傾向です．高帰還アンプではむろんこの曲線は直線に近づきますが，その代りスピーカの駆動電流のひずみ率は悪化します．今のばあいこの駆動電流のひずみ率とスピーカのインピーダンス特性を同時に発表してほしかったわけです．

最後にもう1つ読者に注目ねがいたい点は，初段管76，次段管PX4のB電源電圧の値です．いずれも480V，460Vなどと出力管とほぼ同じ高電圧が採用されていることで，真空管アンプで無帰還時の低ひずみを追及しているとしだいにドライバ段のB電源電圧が上昇します．この点は筆者のDA-30A$_1$級PPアンプ（ラ技・1974・4,5,6月号参照）なども同じで，実に660Vもの高電圧を採用しています．しかし，それにしてもこのアンプはずいぶんぜい沢な設計で，使用の可変抵抗器なども大形の高級部品が使用されていて，こんな設計はとてもメーカーの技術者には真似のできないことで，まさにアマチュアの独壇場と言うべきです．

最後に気になる点を一，二ひろいあげてみますと，(a)まず3段増幅の各段を全部CRで切断したことの得失．(b)アンプは相当の重量になるはずで，これを3㎜のアルミ・シャシ（たぶん沈頭リベットのカシメだと思われるが）で処理したのはよいとして，裏ぶたとゴム足（6個と想像される）の強度の点で問題はないか……写真で見ると裏ぶたがチラチラのぞいて，折角の超デラックス機が恥ずかしい……？

（武末数馬）



〈写真F〉本機のDA30を中心とした配線のようす